



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0068090
(43) 공개일자 2023년05월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H03M 7/30 (2006.01) B25J 13/08 (2006.01)
B25J 9/16 (2006.01) G06F 3/01 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H03M 7/6041 (2013.01)
B25J 13/084 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0154046
(22) 출원일자 2021년11월10일
심사청구일자 2021년11월10일

(71) 출원인
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
정철
서울특별시 광진구 능동로 209 세종대학교
헨드리아 윌리 피트라
서울특별시 광진구 능동로 209 세종대학교
김형석
서울특별시 광진구
(74) 대리인
김현승

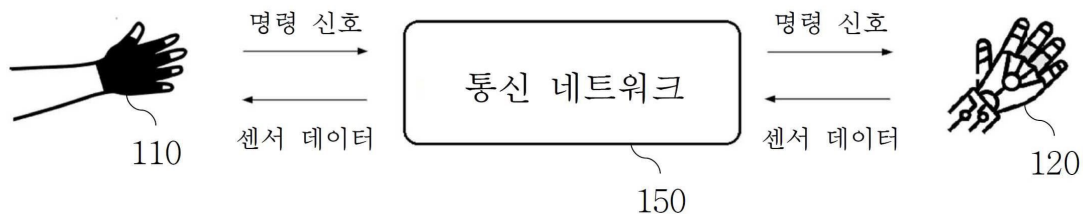
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 원격제어 시스템에서의 촉각 데이터의 전송

(57) 요약

원격제어 시스템에서의 촉각 데이터의 전송을 위한 장치가 제공된다. 원격제어 시스템은 서로 통신하는 햅틱 디바이스 및 원격제어 로봇 손을 포함한다. 제공된 장치는, 원격제어 로봇 손에 의해 감지된 객체에 관한 다중 포인트 촉각 데이터의 주어진 양 및 다중 포인트 촉각 데이터를 위한 압축 모델의 주어진 압축 에리 중 적어도 하나를 판정하고, 주어진 양 및 주어진 압축 에리 중 판정된 적어도 하나를 사용함으로써 타겟 압축률을 식별하고, 식별된 타겟 압축률에 따라 다중 포인트 촉각 데이터를 압축하는 처리 유닛과, 압축된 다중 포인트 촉각 데이터를 햅틱 디바이스에 송신하는 통신 유닛을 포함한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류

B25J 9/1692 (2013.01)

G06F 3/016 (2013.01)

H03M 7/6017 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711132097
과제번호	2019R1A4A1023746
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	집단연구지원(R&D)
연구과제명	Tactile Internet을 위한 초저지연 고신뢰 햅틱 데이터 통신 기술 및 촉각 센서/액
튜에이터 기술 연구	
기 여 율	1/1
과제수행기관명	세종대학교 산학협력단
연구기간	2021.03.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

원격제어 시스템(teleoperation system)에서의 촉각 데이터(tactile data)의 전송을 위한 방법으로서, 상기 원격제어 시스템은 서로 통신하는 햅틱 디바이스(haptic device) 및 원격제어 로봇 손(teleoperating robot hand)을 포함하되, 상기 방법은,

상기 원격제어 로봇 손에 의해 감지된 객체(object)에 관한 다중 포인트(multi-point) 촉각 데이터의 주어진 양 및 상기 다중 포인트 촉각 데이터를 위한 압축 모델의 주어진 압축 에러 중 적어도 하나를 판정하는 단계와,

상기 주어진 양 및 상기 주어진 압축 에러 중 상기 판정된 적어도 하나를 사용함으로써 타겟 압축률(target compression ratio)을 식별하는 단계와,

상기 식별된 타겟 압축률에 따라 상기 다중 포인트 촉각 데이터를 압축하는 단계와,

상기 압축된 다중 포인트 촉각 데이터를 햅틱 디바이스에 송신하는 단계를 포함하는,

방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 원격제어 로봇 손은 상기 다중 포인트 촉각 데이터의 손가락 데이터 부분을 제공하기 위해 손가락 촉각 센서의 어레이가 장착된 다수의 손가락을 포함하는,

방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 주어진 양은 상기 원격제어 로봇 손의 몇 개의 손가락이 상기 객체를 터치하는지에 기반하여 판정되는,

방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 주어진 압축 에러는 상기 주어진 압축 에러의 판정을 개시하라는 명령을 상기 햅틱 디바이스로부터 수신하는 것에 응답하여 판정되는,

방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 타겟 압축률을 식별하는 단계는 상기 주어진 양 및 상기 주어진 압축 에러 중 상기 판정된 적어도 하나에 기반하여 상기 타겟 압축률을 판정하는 단계를 포함하고, 상기 방법은 상기 판정된 타겟 압축률을 상기 햅틱 디바이스에 시그널링하는 단계를 더 포함하는,

방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 방법은 상기 판정된 주어진 압축 에러를 상기 햅틱 디바이스에 통지하여 상기 햅틱 디바이스로부터 새로

판정된 압축률을 수신하는 단계를 더 포함하고, 상기 타겟 압축률은 상기 수신된 새로 판정된 압축률이라고 식별되는,

방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 다중 포인트 촉각 데이터는 각각 동일한 크기로 된 행렬로서 표현되는 복수의 데이터 부분의 2차원 또는 3차원 집성(aggregation)으로서 표현되며, 상기 복수의 데이터 부분은 상기 원격제어 로봇 손의 다수의 손가락 상에 장착된 손가락 촉각 센서의 어레이로부터 제공된 복수의 손가락 데이터 부분을 포함하는,

방법.

청구항 8

원격제어 시스템에서의 촉각 데이터의 전송을 위한 방법으로서, 상기 원격제어 시스템은 서로 통신하는 햅틱 디바이스 및 원격제어 로봇 손을 포함하되, 상기 방법은,

상기 원격제어 로봇 손에 의해 감지된 객체에 관한 다중 포인트 촉각 데이터의 복수의 현재의 데이터 부분의 2차원 집성의 압축의 제1 에러를 계산하는 단계 - 상기 복수의 현재의 데이터 부분은 각자의 동일한 크기의 행렬로서 표현됨 - 와,

상기 복수의 현재의 데이터 부분의 3차원 집성의 압축의 제2 에러를 계산하는 단계와,

상기 제1 에러 및 상기 제2 에러를 사용하여 상기 2차원 집성 및 상기 3차원 집성 중 어느 것을 상기 다중 포인트 촉각 데이터의 압축된 버전으로 압축할 것인지를 식별하는 단계와,

상기 압축된 버전을 상기 햅틱 디바이스에 송신하는 단계를 포함하는,

방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 방법은 상기 복수의 현재의 데이터 부분의 주어진 양을 판정하고 상기 주어진 양을 사용함으로써 타겟 압축률을 식별하는 것을 더 포함하고, 상기 압축은 상기 식별된 타겟 압축률에 따라 수행되는,

방법.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 방법은 상기 2차원 집성이 상기 압축된 버전으로 압축될 것이라고 식별된 경우에 상기 제1 에러를 사용하고 상기 3차원 집성이 상기 압축된 버전으로 압축될 것이라고 식별된 경우에 상기 제2 에러를 사용함으로써 타겟 압축률을 식별하는 것을 더 포함하고, 상기 압축은 상기 식별된 타겟 압축률에 따라 수행되는,

방법.

청구항 11

원격제어 시스템에서의 촉각 데이터의 전송을 위한 장치로서, 상기 원격제어 시스템은 서로 통신하는 햅틱 디바이스 및 원격제어 로봇 손을 포함하되, 상기 장치는,

상기 원격제어 로봇 손에 의해 감지된 객체에 관한 다중 포인트 촉각 데이터의 주어진 양 및 상기 다중 포인트 촉각 데이터를 위한 압축 모델의 주어진 압축 에러 중 적어도 하나를 판정하고, 상기 주어진 양 및 상기 주어진 압축 에러 중 상기 판정된 적어도 하나를 사용함으로써 타겟 압축률을 식별하고, 상기 식별된 타겟 압축률에 따라 상기 다중 포인트 촉각 데이터를 압축하는 처리 유닛과,

상기 압축된 다중 포인트 촉각 데이터를 햅틱 디바이스에 송신하는 통신 유닛을 포함하는,

장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 원격제어 로봇 손은 상기 다중 포인트 촉각 데이터의 손가락 데이터 부분을 제공하기 위해 손가락 촉각 센서의 어레이가 장착된 다수의 손가락을 포함하는,

장치.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 주어진 양은 상기 원격제어 로봇 손의 몇 개의 손가락이 상기 객체를 터치하는지에 기반하여 판정되는,

장치.

청구항 14

제11항에 있어서,

상기 주어진 압축 에러는 상기 주어진 압축 에러의 판정을 개시하라는 명령을 상기 햅틱 디바이스로부터 수신하는 것에 응답하여 판정되는,

장치.

청구항 15

제11항에 있어서,

상기 타겟 압축률을 식별하는 것은 상기 주어진 양 및 상기 주어진 압축 에러 중 상기 판정된 적어도 하나에 기반하여 상기 타겟 압축률을 판정하는 것을 포함하고, 상기 통신 유닛은 또한 상기 판정된 타겟 압축률을 상기 햅틱 디바이스에 시그널링하는,

장치.

청구항 16

제11항에 있어서,

상기 처리 유닛은 또한 상기 판정된 주어진 압축 에러를 상기 햅틱 디바이스에 통지하여 상기 햅틱 디바이스로부터 새로 판정된 압축률을 상기 통신 유닛을 통해 수신하고, 상기 타겟 압축률은 상기 수신된 새로 판정된 압축률이라고 식별되는,

장치.

청구항 17

제11항에 있어서,

상기 다중 포인트 촉각 데이터는 각각 동일한 크기로 된 행렬로서 표현되는 복수의 데이터 부분의 2차원 또는 3차원 집성으로서 표현되며, 상기 복수의 데이터 부분은 상기 원격제어 로봇 손의 다수의 손가락 상에 장착된 손가락 촉각 센서의 어레이로부터 제공된 복수의 손가락 데이터 부분을 포함하는,

장치.

청구항 18

원격제어 시스템에서의 촉각 데이터의 전송을 위한 장치로서, 상기 원격제어 시스템은 서로 통신하는 햅틱 디바이스 및 원격제어 로봇 손을 포함하되, 상기 장치는,

상기 원격제어 로봇 손에 의해 감지된 객체에 관한 다중 포인트 촉각 데이터의 복수의 현재의 데이터 부분의 2

차원 집성의 압축의 제1 에러를 계산 - 상기 복수의 현재의 데이터 부분은 각자의 동일한 크기의 행렬로서 표현됨 - 하고, 상기 복수의 현재의 데이터 부분의 3차원 집성의 압축의 제2 에러를 계산하고, 상기 제1 에러 및 상기 제2 에러를 사용하여 상기 2차원 집성 및 상기 3차원 집성 중 어느 것을 상기 다중 포인트 촉각 데이터의 압축된 버전으로 압축할 것인지를 식별하는 처리 유닛과,

상기 압축된 버전을 상기 햅틱 디바이스에 송신하는 통신 유닛을 포함하는,
장치.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 처리 유닛은 또한 상기 복수의 현재의 데이터 부분의 주어진 양을 판정하고 상기 주어진 양을 사용함으로써 타겟 압축률을 식별하고, 상기 압축은 상기 식별된 타겟 압축률에 따라 수행되는,

장치.

청구항 20

제18항에 있어서,

상기 처리 유닛은 또한 상기 2차원 집성이 상기 압축된 버전으로 압축될 것이라고 식별된 경우에 상기 제1 에러를 사용하고 상기 3차원 집성이 상기 압축된 버전으로 압축될 것이라고 식별된 경우에 상기 제2 에러를 사용함으로써 타겟 압축률을 식별하는 것을 더 포함하고, 상기 압축은 상기 식별된 타겟 압축률에 따라 수행되는,

장치.

청구항 21

컴퓨터 프로세서에 의해 실행되는 경우 상기 컴퓨터 프로세서로 하여금 제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 기재된 방법을 수행하게 하는 컴퓨터 실행가능 명령어가 저장된 컴퓨터 판독가능 저장 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 원격제어 시스템(teleoperation system)에서의 촉각 데이터(tactile data)의 전송에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 햅틱 피드백(haptic feedback)(이는 운동감각(kinesthetic) 및 촉각(tactile) 피드백을 나타냄)가 원격제어기(teleoperator)로부터 제공되는 원격제어 시스템(teleoperation system)은 인간 운용자(human operator)로 하여금 원거리 환경에서의 상호작용(interaction)을 인지할 수 있게 한다. 이는 인간 운용자가 원격제어 시스템에서 복잡한 과제를 수행하면서 현실감과 몰입감을 느끼는 데에 도움이 된다.

[0003] 원격제어 시스템에서 그러한 촉각 피드백을 사용하면서 동작할 주요 난제 중 하나는 장래의 햅틱 통신에서 촉각 센서의 수가 많아지고 그러한 촉각 센서로부터의 데이터의 양도 늘어난다는 점이다. 인간 운용자가 촉각 피드백을 정확하게는 물론 적시에 받도록 하기 위해서, 촉각 데이터를 압축하는 알고리즘이 제안되었다. 기존의 접근법은 단일 포인트(single point) 촉각 상호작용을 다룬다. 예를 들어, 가속도 센서로써 단일 상호작용 포인트에서 포착된 촉각 정보를 실시간으로 압축하기 위해 표준 음성 코덱 G.729을 적용시킨 촉각 코덱(tactile codec)이 개발되었다. 이 코덱은 1차원 촉각 신호를 인코딩하고, 이어서 모델 파라미터(model parameter)를 사이드 정보(side information)으로서 송신하는데, 물론 공간적 압축(spatial compression)을 고려하지는 않으며, 신호 세그먼트(signal segment)의 선형 예측(Linear Predictive: LP) 모델링에 기반한다. 예를 들어, 촉각 코덱의 입력 비트레이트(bitrate)는, G.729 코덱에서 음성을 위해 채택된 원래의 120 kbps 대신에, 32 kbps로 작동하도록 적응되되, G.729 코덱의 나머지 부분은 모두 수정 없이 채택될 수 있다.

[0004] 실제로 사람은 피부 표면(이는 다중 포인트(multi-point) 센서임)를 통해 환경을 감지하고 손가락 여러 개를 사

용하여 물체를 인지하는데, 최근에 인공 피부(artificial skin), 손가락 모습의 촉각 센서(finger-like tactile sensor) 등과 같은 센서의 개발이 가속화되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 원격제어 시스템에서의 촉각 데이터의 전송이 본 문서에 개시된다.

과제의 해결 수단

[0006] 예에서, 원격제어 시스템(teleoperation system)에서의 촉각 데이터(tactile data)의 전송을 위한 장치가 제공되는데, 원격제어 시스템은 서로 통신하는 햅틱 디바이스(haptic device) 및 원격제어 로봇 손(teleoperating robot hand)을 포함하고, 장치는 다음을 포함한다: 원격제어 로봇 손에 의해 감지된 객체(object)에 관한 다중 포인트(multi-point) 촉각 데이터의 주어진 양 및 다중 포인트 촉각 데이터를 위한 압축 모델의 주어진 압축 에러 중 적어도 하나를 판정하고, 주어진 양 및 주어진 압축 에러 중 판정된 적어도 하나를 사용함으로써 타겟 압축률(target compression ratio)을 식별하고, 식별된 타겟 압축률에 따라 다중 포인트 촉각 데이터를 압축하는 처리 유닛(processing unit); 및 압축된 다중 포인트 촉각 데이터를 햅틱 디바이스에 송신하는 통신 유닛(communications unit).

[0007] 전술된 개요는 상세한 설명에서 추가로 후술되는 몇몇 양상을 단순화된 형태로 소개하기 위해 제공된다. 이 개요는 청구된 주제(subject matter)의 중요 특징 또는 필수적 특징을 식별하도록 의도되지 않고, 청구된 주제의 범위를 정하는 데 사용되도록 의도되지도 않는다. 나아가, 청구된 주제는 본 명세서에서 논의되는 임의의 또는 모든 이점을 제공하는 구현에 한정되지 않는다.

발명의 효과

[0008] 본 개시는 초저지연(ultra-low-latency)이 요구되는 햅틱 피드백을 위해 고밀도 다중 포인트 촉각 데이터를 압축하기 위한 적응적(adaptive) 압축 솔루션을 제공한다.

[0009] 본 개시에 따르면, 원격제어기로서의 역할을 하는 로봇 손(robot hand)의 촉각 센서로부터 제공되는 다중 포인트 촉각 데이터의 압축의 성능이 개선될 수 있다.

[0010] 본 개시는 상이한 개수의 손가락 메커니즘을 갖는 로봇 손을 위해 촉각 데이터 압축에서 공통적으로 사용될 수 있고 하나의 로봇 손뿐만 아니라 여러 개의 그러한 로봇 손을 위해서도 확장될 수 있는 동적 프레임워크를 제공한다.

[0011] 본 개시에 따르면, 촉각 데이터가 압축을 위해 다양한 방식으로 집성될(aggregated) 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 예시적인 원격제어 시스템을 보여주는 블록도이다.

도 2는 도 1의 로봇 손의 예를 보여주는 블록도이다.

도 3은 도 1의 로봇 손의 촉각 센서(tactile sensor)의 어레이(array)에 의해 획득된 다중 포인트 촉각 데이터의 예를 보여준다.

도 4는 촉각 데이터의 압축을 위한 예시적인 프로세스를 보여주는 흐름도이다.

도 5 내지 도 7은 각각 도 1의 로봇 손으로부터 도 1의 햅틱 디바이스로의 촉각 데이터의 전송의 다양한 예를 보여주는 순차도(sequence diagram)이다.

도 8은 하나의 시간 스텝(time step)에서 도 1의 로봇 손에 의해 획득된 예시적인 다중 포인트 촉각 데이터의 손가락 데이터 부분의 2차원(two-dimensional)(2D) 집성(aggregation)을 설명하기 위한 도면이다.

도 9는 하나의 시간 스텝에서 도 1의 로봇 손에 의해 획득된 예시적인 다중 포인트 촉각 데이터의 손가락 데이터 부분의 3차원(three-dimensional)(3D) 집성을 설명하기 위한 도면이다.

도 10은 촉각 데이터의 압축을 위한 다른 예시적인 프로세스를 보여주는 흐름도이다.

도 11 및 도 12는 각각 도 1의 로봇 손으로부터 도 1의 햅틱 디바이스로의 촉각 데이터의 전송의 다양한 다른 예를 보여주는 순차도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 본 개시에서 사용되는 다양한 용어는 본 문서에서의 기능을 고려하여 상용 용어의 용어법으로부터 선택되는데, 이는 당업자의 의도, 준례, 또는 새로운 기술의 출현에 따라서 달리 인식될 수 있다. 특정한 사례에서, 몇몇 용어에는 상세한 설명에서 개진된 바와 같이 의미가 주어질 수 있다. 따라서, 본 문서에서 사용되는 용어는, 단순히 그 명칭에 의해서가 아니라, 본 개시의 맥락에서 그 용어가 갖는 의미와 일관되게 정의되어야 한다.
- [0014] 본 문서에서 용어 "포함하다", "가지다" 등은 이후에 열거된 요소, 예컨대, 어떤 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 정보 또는 이들의 조합의 존재를 명시하는 경우에 사용된다. 달리 표시되지 않는 한, 이런 용어 및 이의 변형은 다른 요소의 존재 또는 추가를 배제하도록 의도되지 않는다.
- [0015] 본 문서에서 사용되는 바와 같이, 용어 "제1", "제2" 등은 몇 개의 서로 다른 요소를 식별하도록 의도된다. 달리 기재되지 않는 한, 그러한 용어는 이들 요소의 또는 이들의 사용의 특정한 순서와 같은 한정을 부과하도록 의도된 것이 아니라, 단지 여러 요소를 따로따로 지칭하기 위해 사용된다. 예를 들면, 어떤 요소가 일례에서 용어 "제1"로써 참조될 수 있는 한편 동일한 요소가 다른 예에서 "제2" 또는 "제3"과 같은 상이한 서수로써 참조될 수 있다. 그러한 예에서, 이들 용어는 본 개시의 범위를 한정하지 않는 것이다. 또한, 여러 요소의 리스트에서 용어 "및/또는"을 사용하는 것은 열거된 항목 중 임의의 하나 또는 복수 개를 비롯하여 이들 항목의 모든 가능한 조합을 포함한다. 나아가, 단수 형태의 표현은 명확하게 달리 사용되지 않는 한, 복수 형태의 의미를 포함한다.
- [0016] 첨부된 도면을 참조하여 본 개시의 소정의 예가 이제 상세히 기술될 것이다. 다만, 본 개시는 많은 상이한 형태로 체현될 수 있으며, 본 문서에 개진된 예에 한정되는 것으로 해석되어서는 안 된다. 오히려, 이들 예는 본 개시의 범위의 더 나은 이해를 제공하기 위해서 주어지는 것이다.
- [0017] 도 1은 예시적인 원격제어 시스템(100)을 보여주는 블록도이다.
- [0018] 도 1의 예에서, 원격제어 시스템(100)은 햅틱 디바이스(haptic device)(110), 로봇 손(robot hand)(120) 및 네트워크(150)를 포함한다.
- [0019] 도시된 예에서, 햅틱 디바이스(110)는 인간 운용자(human operator)(이하에서 또한 사용자로 지칭될 수 있음)에 의해 사용된다. 예를 들어, 햅틱 디바이스(110)는 인간 운용자에 의해 착용될 수 있는 햅틱 글러브(haptic glove) 또는 다른 타입의 손 착용가능 햅틱 디바이스일 수 있다.
- [0020] 도시된 예에서, 로봇 손(120)은 원격제어기로서 동작한다. 예를 들어, 로봇 손(120)은 2개, 3개, 4개, 5개, 또는 다른 복수 개의 손가락 메커니즘을 갖는 로봇식 말단 작동체(robotic end-effector), 가령, 다중 손가락형 로봇식 그리퍼(gripper)와 같이 물리적 객체와 상호작용할 수 있고/거나, 이에 상응하여 확장 현실(eXtended Reality: XR)(가령, 혼합 현실(Mixed Reality: MR), 증강 현실(Augmented Reality: AR), 가상 현실(Virtual Reality: VR) 등) 환경 또는 메타버스에서 가상 객체와 상호작용하는 가상 로봇 손 내지 그것이 구현된 디바이스를 포함할 수 있다.
- [0021] 도시된 예에서, 햅틱 디바이스(110) 및 로봇 손(120)은 네트워크(150)를 통해 서로 통신이 된다. 네트워크(150)는 임의의 적절한 타입의 통신 네트워크, 예컨대, 인터넷 프로토콜(Internet Protocol: IP)을 지원하는 아키텍처를 갖는 네트워크, 가령, 5세대(5th Generation: 5G) 네트워크일 수 있다.
- [0022] 도시된 예에서, 로봇 손(120)은 네트워크(150)를 통해 제어된다. 예를 들어, 햅틱 디바이스(110)는 햅틱 제어를 위한 신호, 가령, 사용자의 손가락 움직임에 응답하여 햅틱 디바이스(110)에 의해 생성된 명령 신호(이는, 예컨대, 운동감각 데이터(kinesthetic data)를 포함할 수 있음)를 네트워크(150)를 통해 로봇 손(120)에 제공할 수 있다. 그러면, 로봇 손(120)은 햅틱 제어 신호에 의해 지시된 동작을 수행할 수 있다. 또한, 로봇 손(120)은 햅틱 피드백(haptic feedback) 신호(이는, 예컨대, 로봇 손(120) 상에 배치된 센서에 의해 획득된 센서 데이터를 포함할 수 있음)를, 가령, 햅틱 제어에 대한 응답으로서, 네트워크(150)를 통해 햅틱 디바이스(110)에 제공할 수 있다. 햅틱 피드백은 이후에 촉감 제시를 위해 햅틱 디바이스(110)에 의해 처리될 수 있는바, 이로써 사용자로 하여금 현실감 및 몰입감을 경험할 수 있게 한다.
- [0023] 몇몇 예시적인 구현에서, 로봇 손(120)은 로봇 손(120)에 의해 감지된 객체에 관한 다중 포인트 촉각 데이터를

압축하여 이를 햅틱 디바이스(110)에 전송할 수 있다. 그러면, 햅틱 디바이스(110)는 수신된 압축된 다중 포인트 촉각 데이터를 압축해제하여 이를 사용자로 하여금 햅틱 디바이스(110) 상에서 상호작용을 느끼게 하는 데에 사용할 수 있다. 다시 말해, 다중 포인트 촉각 데이터의 송수신이라는 관점에서, 원격제어 시스템(100)은 다음과 같은 인코더-디코더 프레임워크를 제공한다고 볼 수 있다: 로봇 손(120)은 다중 포인트 촉각 데이터를 압축하는 인코더를 포함하고 햅틱 디바이스(110)는 압축된 데이터를 압축해제하는 디코더를 포함한다.

[0024] 도 2는 로봇 손(120)의 예를 보여주는 블록도이다.

[0025] 도 2의 예에서, 로봇 손(120)은 기계적 구조체(mechanical structure)(210), 감지 유닛(sensing unit)(220), 처리 유닛(processing unit)(230) 및 통신 유닛(communication unit)(240)을 포함한다. 로봇 손(120)의 다른 예시적인 구현이 또한 고려된다. 예를 들어, 로봇 손(120)은 도시되지 않은 추가적인 컴포넌트를 또한 포함할 수 있고/거나, 도 2에 관해서 열거된 컴포넌트 중 일부를 포함하나 전부를 포함하지는 않을 수 있다.

[0026] 도 2의 예에서, 기계적 구조체(210)는 복수의 손가락 메커니즘(이는 또한 로봇 손(120)의 손가락으로 지칭될 수 있음)을 포함하는데, 각각은 기계적 역학 체인이다. 또한, 기계적 구조체(210)는 베이스 구조체(이는 또한 로봇 손(120)의 손바닥으로 지칭될 수 있음)를 더 포함할 수 있다. 로봇 손(120)의 손가락 각각은 (가령, 구동 축을 통해) 로봇 손(120)의 손바닥에 기계적으로 결합된 관절 구조체를 포함할 수 있다.

[0027] 도시된 예에서, 감지 유닛(220)은 복수의 촉각 센서를 포함하는데, 이들 촉각 센서는 어떤 물리적 객체를 감지하는 경우에 다량의 촉각 데이터를 제공할 수 있다. 도 3은 로봇 손(120) 상에 배치된 촉각 센서의 어레이에 의해 획득된 다중 포인트 촉각 데이터의 예를 보여준다. 도 3의 예에서, 로봇 손(120)은 총 5개의 손가락을 포함하는데, 여기에 손가락 촉각 센서의 어레이가 장착되어 다중 포인트 촉각 데이터의 손가락 데이터 부분을 제공할 수 있다. 추가로, 도시된 바와 같이, 로봇 손(120)의 손바닥 상에는 손바닥 촉각 센서의 어레이가 장착되어 다중 포인트 촉각 데이터의 손바닥 데이터 부분을 제공할 수 있다. 예로서, 각각의 촉각 센서는 객체의 터치(touch) 시에 압력을 감지하고 감지된 압력을 (가령, 도 3에 도시된 바와 같이, 0 이상이고 1 이하인 상대적 압력 값을 나타내는 10 비트 또는 다른 개수의 비트의) 촉각 데이터로 변환하여 출력하는 압력 센서일 수 있다. 도 3의 예에서, 더 짙은 색상의 원은 더 높은 압력을 감지한 촉각 센서를 나타내고, 더 옅은 색상의 원은 더 낮은 압력을 감지한 촉각 센서를 나타낸다. 촉각 데이터의 추가적인 예는 경도(hardness), 열 전도율, 마찰력 및 거칠기를 포함한다.

[0028] 다시 도 2로 돌아가서, 처리 유닛(230) 및 통신 유닛(240)에 대해 설명한다. 몇몇 예시적인 구현에서, 처리 유닛(230) 및 통신 유닛(240)은 로봇 손(120)의 손바닥에(가령, 이에 장착된 동일한 보드(board) 상에) 배치될 수 있다.

[0029] 도 2의 예에서, 처리 유닛(230)은 로봇 손(120)(가령, 감지 유닛(220)에 포함된 촉각 센서의 어레이)에 의해 감지된 객체에 대한 다중 포인트 촉각 데이터를 압축하여 전송하며, 그 밖에 로봇 손(120)의 전반적인 동작을 제어한다. 예를 들어, 처리 유닛(230)은 로봇 손(120)에 관해서 본 문서에 기술된 몇몇 동작을 수행하기 위해 마이크로제어기 유닛(Micro-Controller Unit: MCU)와 같은 프로세서(processor) 또는 다른 처리 회로(processing circuitry)로써 구현될 수 있다.

[0030] 도 2의 예에서, 통신 유닛(240)은 로봇 손(120)으로 하여금 햅틱 디바이스(110)와 같은 외부 개체와 통신할 수 있게 한다. 이를 위해, 통신 유닛(230)은 무선 통신 모듈 및/또는 유선 통신 모듈을 포함할 수 있다. 무선 통신 모듈은 5G 및/또는 임의의 다른 적합한 타입의 무선 통신 기술을 지원할 수 있다. 유선 통신 모듈은 범용 직렬 버스(Universal Serial Bus: USB) 및/또는 임의의 다른 적합한 타입의 유선 통신 기술을 지원할 수 있다.

[0031] 이하에서, 로봇 손(120)으로부터의 촉각 데이터의 전송을 위한 동작을 더욱 상세히 설명한다.

[0032] 도 4는 촉각 데이터의 압축을 위한 예시적인 프로세스(400)를 보여주는 흐름도이다. 예를 들어, 프로세스(400)는 로봇 손(120)(가령, 처리 유닛(230))에 의해 수행될 수 있다. 프로세스(400)의 다른 예시적인 흐름이 또한 고려된다. 예를 들어, 프로세스(400)는 도시되지 않은 추가적인 동작을 또한 포함할 수 있고/거나, 도 4에 도시된 동작 중 일부를 포함하나 전부를 포함하지는 않을 수 있다.

[0033] 동작(410)에서, 로봇 손(120)에 의해 감지된 객체에 대한 다중 포인트 촉각 데이터의 주어진 양 및 다중 포인트 촉각 데이터를 위한 압축 모델의 주어진 압축 예러 중 적어도 하나가 판정된다. 동작(420)에서, 다중 포인트 촉각 데이터의 주어진 양 및 주어진 압축 예러 중 판정된 적어도 하나를 사용함으로써 타겟 압축률이 판정된다. 타겟 압축률은 사전정의된 이산 값의 리스트(가령, 10%, 20%, 30% 등)로부터 선택될 수 있거나, 소정의 범위 내의 임의적인 값으로서 판정될 수 있다. 동작(430)에서, 판정된 타겟 압축률에 따라 다중 포인트 촉각 데이터가

적응적으로 압축된다. 압축률이라는 용어는, 예로서, 데이터 압축 능력이 강화될수록 더 높은 값을 갖도록 (가령, $1 - (\text{압축 후의 데이터 양}) / (\text{압축 전의 데이터 양})$ 으로) 정의될 수 있다. 본 문서에서 압축률의 고저 및 증감과 관련된 설명은 편의상 그러한 정의에 따라 예시로 주어진다.

[0034] 몇몇 예시적인 구현에서, 다중 포인트 측각 데이터의 주어진 양은 다중 포인트 측각 데이터의 손가락 데이터 부분의 양(이는, 예컨대, 로봇 손(120)의 손가락 중 몇 개가 객체를 터치하는지에 의해 나타내어질 수 있음)에 기반하여 판정될 수 있다. 예를 들어, 로봇 손(120)의 모든 손가락이 객체를 터치하고 있는 경우에, 다중 포인트 측각 데이터의 양은 증가되며, 타겟 압축률은 더 높아질 수 있다. 반면에, 로봇 손(120)의 손가락 중 소수만이 객체를 터치하고 있는 경우에, 다중 포인트 측각 데이터의 양은 감소되며, 따라서 타겟 압축률은 더 낮아질 수 있다. 이와 같이, 압축 모델의 압축률이 다중 포인트 측각 데이터의 양에 기반하여 갱신될 수 있다.

[0035] 몇몇 예시적인 구현에서, 다중 포인트 측각 데이터의 주어진 압축 에러는 그러한 데이터를 위한 압축 모델에 따라 소정의 파라미터가 예측된 값 및 그것의 실제로 측정된 값 간의 평균 제곱 에러(Mean Square Error: MSE), 관련된 피크 신호 대 잡음비(Peak Signal-to-Noise Ratio: PSNR), 또는 유사한 것으로부터 판정될 수 있다. 예를 들어, 압축 에러가 높은 경우에, 다중 포인트 측각 데이터의 재구성(reconstruction)의 품질을 향상시키기 위해 타겟 압축률은 감소될 수 있다. 반면에, 압축 에러가 낮은 경우에, 타겟 압축률은 증가될 수 있다.

[0036] 도 5 내지 도 7은 각각 로봇 손(120)으로부터 햅틱 디바이스(110)로의 측각 데이터의 전송의 다양한 예를 보여주는 순차도(sequence diagram)이다.

[0037] 도 5의 예에서, 로봇 손(120)은 다중 포인트 측각 데이터의 주어진 양을 체크하고(510), 그러한 데이터 양에 기반하여 타겟 압축률을 갱신하며(520), 타겟 압축률에 따라 다중 포인트 측각 데이터를 압축한다(530). 이후에, 압축된 데이터는 로봇 손(120)으로부터 햅틱 디바이스(110)로 송신된다(540). 그러한 데이터 송신과 함께, 로봇 손(120)은 타겟 압축률을 햅틱 디바이스(110)에 시그널링할 수 있다. 그러면, 압축된 데이터는 햅틱 디바이스(110)에 의해 타겟 압축률에 기반하여 적절히 압축해제된다(550).

[0038] 도 6의 예에서, 로봇 손(120)은 다중 포인트 측각 데이터에 대한 주어진 압축 에러를 계산하고(610), 그러한 압축 에러에 기반하여 타겟 압축률을 갱신하며(620), 타겟 압축률에 따라 다중 포인트 측각 데이터를 압축한다(630). 이후에, 압축된 데이터의 송신(640) 및 압축해제(650)는 각각 도 5의 동작(540) 및 동작(550)과 마찬가지로 지이다.

[0039] 이 예에서, 선택적으로, 압축 에러의 계산(610)은 햅틱 디바이스(110)에 의해 개시될 수 있다(605). 로봇 손(120)은, 압축 모델에 따라 상당한 시간이 걸릴 수 있는 압축 에러 계산을 매 시간 스텝에서 수행하는 것 대신에, 주기적으로 또는 소정의 이벤트의 발생 시에 햅틱 디바이스(110)로부터 발신된 개시 명령을 수신하는 것에 응답하여 압축 에러를 계산할 수 있다. 이는 데이터의 압축 및 전송에 과도한 딜레이(delay)가 발생하는 것을 방지할 수 있다.

[0040] 도 7의 예에서, 로봇 손(120)은 다중 포인트 측각 데이터에 대한 주어진 압축 에러를 계산한다(710). 도 6에 관해서 전술된 바와 같이, 이 예에서, 선택적으로, 압축 에러의 계산(710)은 햅틱 디바이스(110)에 의해 개시될 수 있다(705).

[0041] 이 예에서, 압축 에러가 계산된 후, 로봇 손(120)은 타겟 압축률을 갱신하는데(720), 이는 다음과 같이 간접적인 방식을 취한다는 점에서 도 6의 예와 상이하다: 로봇 손(120)은 계산된 압축 에러를 햅틱 디바이스(110)에 보고하고(712), 햅틱 디바이스(110)는 압축 에러에 기반하여 새로운 압축률을 판정하며(714), 새로 판정된 압축률은 햅틱 디바이스(110)로부터 로봇 손(120)에 시그널링되고(716), 로봇 손(120)은 타겟 압축률을 새로 판정된 압축률로 갱신한다(720). 이후에, 로봇 손(120)은 타겟 압축률에 따라 다중 포인트 측각 데이터를 압축한다(730). 압축된 데이터는 로봇 손(120)으로부터 햅틱 디바이스(110)로 송신된다(740). 로봇 손(120)은, 도 6의 예와 달리, 타겟 압축률을 별도로 햅틱 디바이스(110)에 시그널링하지 않을 수 있다. 햅틱 디바이스(110)는 수신된 압축된 데이터를 타겟 압축률에 기반하여 적절히 압축해제한다(750).

[0042] 도 8은 하나의 시간 스텝에서 로봇 손(120)에 의해 획득된 예시적인 다중 포인트 측각 데이터의 손가락 데이터 부분의 2차원 집성을 설명하기 위한 도면이다. 우선, 로봇 손(120)이 4개의 손가락(손가락 1, 손가락 2, 손가락 3 및 손가락 4)을 가지고 있는 경우, 도 8에 도시된 바와 같이, 다중 포인트 측각 데이터는 각각 동일한 크기로 된 행렬 M_1 , M_2 , M_3 및 M_4 로 표현되는 4개의 손가락 데이터 부분을 포함하며, 이들의 2차원 집성은 위 4개의 행렬이 수평으로 연결된(concatenated) 행렬 $M = [M_1 \ M_2 \ M_3 \ M_4]$ 로서 주어진다. 로봇 손(120)의 어떤 손가락에 대응

하는 손가락 데이터 부분의 행렬 표현의 원래 크기가 다른 손가락 데이터 부분과 상이하더라도 제로 패딩(zero padding) 또는 유사한 것을 통해 동일한 크기로 될 수 있다.

[0043] 이에 따라, 다중 포인트 촉각 데이터의 압축은 그것의 손가락 데이터 부분의 2차원 집성을 압축하는 것을 수반할 수 있다. 추가적으로, 다중 포인트 촉각 데이터의 손바닥 데이터 부분을 동일한 크기의 행렬로 표현하고, 이를 마찬가지로 형태로 4개의 손가락 데이터 부분과 함께 집성하고 이를 압축할 수 있다. 더 나아가, 원격제어기가 로봇 손(120)뿐만 아니라 추가적인 로봇 손(가령, 4개의 손가락을 가짐)도 포함하는 경우, 2차원 집성은 그러한 셋업을 역시 지원할 수 있다(가령, 8개의 손가락 부분 데이터를 각각 나타내는 8개의 행렬의 행 방향 연결로서 주어짐). 보다 일반적으로, k개의 다중 포인트 촉각 데이터 부분의 2차원 집성은 행렬 $M = [M_1 \ M_2 \ \dots \ M_k]$ 로 표현될 수 있다.

[0044] 전술된 바와 같이 다중 포인트 촉각 데이터의 여러 데이터 부분을 2차원으로 집성하는 방안은 로봇 손(120)의 인접한 두 손가락 사이의 공간적 상관(spatial correlation)이 상대적으로 더 중요한 움직임, 가령, 악수하는 것, 병을 드는 것 등으로부터 획득된 다중 포인트 촉각 데이터를 압축하고 전송하는 데에 적합한 표현일 수 있다. 예를 들어, 2차원 집성 방안에 따라 집성된 다중 포인트 촉각 데이터의 압축에 2차원 합성곱 신경망(convolutional neural network) 알고리즘이 직접적으로 적용될 수 있다.

[0045] 도 9는 하나의 시간 스텝에서 로봇 손(120)에 의해 획득된 예시적인 다중 포인트 촉각 데이터의 손가락 데이터 부분의 3차원 집성을 설명하기 위한 도면이다. 우선, 로봇 손(120)이 4개의 손가락(손가락 1, 손가락 2, 손가락 3 및 손가락 4)을 가지고 있는 경우, 도 9에 도시된 바와 같이, 다중 포인트 촉각 데이터는 각각 동일한 크기로 된 행렬 M_1, M_2, M_3 및 M_4 로 표현되는 4개의 손가락 데이터 부분을 포함하며, 이들의 3차원 집성은 위 4개의 행렬이 행이나 열의 방향이 아닌 깊이 방향으로 연결된 3차원 배열(이는 3차원 행렬로 지칭될 수 있음) $M = F(M_1, M_2, M_3, M_4)$ 로서 주어진다(여기서 F는 그것의 인자인 행렬을 깊이라는 제3의 차원을 따라 연결하여 3차원 행렬을 형성하는 함수를 의미함). 전술된 바와 같이, 로봇 손(120)의 어떤 손가락에 대응하는 손가락 데이터 부분의 행렬 표현의 원래 크기가 다른 손가락 데이터 부분과 상이하더라도 제로 패딩 또는 유사한 것을 통해 동일한 크기로 될 수 있다.

[0046] 이에 따라, 다중 포인트 촉각 데이터의 압축은 그것의 손가락 데이터 부분의 3차원 집성을 압축하는 것을 수반할 수 있다. 추가적으로, 다중 포인트 촉각 데이터의 손바닥 데이터 부분을 동일한 크기의 행렬로 표현하고, 이를 마찬가지로 형태로 4개의 손가락 데이터 부분과 함께 집성하고 이를 압축할 수 있다. 더 나아가, 원격제어기가 로봇 손(120)뿐만 아니라 추가적인 로봇 손(가령, 4개의 손가락을 가짐)도 포함하는 경우, 3차원 집성은 그러한 셋업을 역시 지원할 수 있다(가령, 8개의 손가락 부분 데이터를 각각 나타내는 8개의 행렬의 깊이 방향 연결로서 주어짐). 보다 일반적으로, k개의 다중 포인트 촉각 데이터 부분의 3차원 집성은 3차원 행렬 $M = F(M_1, M_2, \dots, M_k)$ 로서 표현될 수 있다.

[0047] 전술된 바와 같이, 다중 포인트 촉각 데이터의 여러 부분을 3차원으로 집성하는 방안은 로봇 손(120)의 인접한 두 손가락 사이의 공간적 상관이 상대적으로 덜 중요한 움직임, 가령, 엄지와 중지만으로 가위를 사용하는 것, 키보드를 타이핑하는 것 등으로부터 획득된 다중 포인트 촉각 데이터를 압축하고 전송하는 데에 적합한 표현일 수 있다. 예를 들어, 3차원 집성 방안에 따라 집성된 다중 포인트 촉각 데이터의 압축에 3차원 합성곱 신경망 알고리즘이 직접적으로 적용될 수 있다.

[0048] 도 10은 촉각 데이터의 압축을 위한 다른 예시적인 프로세스(1000)를 보여주는 흐름도이다. 예를 들어, 프로세스(1000)는 로봇 손(120)(가령, 처리 유닛(230))에 의해 수행될 수 있다. 프로세스(1000)의 다른 예시적인 흐름이 또한 고려된다. 예를 들어, 프로세스(1000)는 도시되지 않은 추가적인 동작을 또한 포함할 수 있고/거나, 도 10에 도시된 동작 중 일부를 포함하나 전부를 포함하지는 않을 수 있다.

[0049] 동작(1010)에서, 로봇 손(120)에 의해 감지된 객체에 대한 다중 포인트 촉각 데이터의 복수의 현재의 데이터 부분(이는 각자의 동일한 크기로 된 행렬로 표현됨)의 2차원 집성의 압축의 예러가 계산된다. 동작(1020)에서, 이들 현재의 데이터 부분의 3차원 집성의 압축의 예러가 계산된다. 동작(1030)에서, 두 계산된 압축 예러를 사용하여(가령, 이들 압축 예러를 비교하여) 2차원 집성 및 3차원 집성 중 어느 것이 다중 포인트 촉각 데이터의 압축된 버전으로 압축될 것인지가 식별되고, 이에 따라 다중 포인트 촉각 데이터의 압축이 수행된다. 몇몇 예시적인 구현에서, 2차원 집성의 압축 예러가 3차원 집성의 압축 예러보다 작으면 2차원 집성이 압축될 수 있고, 2차원 집성의 압축 예러에 기반하여 타겟 압축률이 판정될 수 있다. 그렇지 않으면, 3차원 집성이 압축될 수 있고,

3차원 집성의 압축 에러에 기반하여 타겟 압축률이 판정될 수 있다. 어느 경우에서든, 다중 포인트 촉각 데이터의 압축은 타겟 압축률에 따라 수행될 수 있다.

- [0050] 도 11 및 도 12는 각각 로봇 손(120)으로부터 햅틱 디바이스(110)로의 촉각 데이터의 전송의 다른 다양한 예를 보여주는 순차도이다.
- [0051] 도 11의 예에서, 로봇 손(120)은 다중 포인트 촉각 데이터가 2차원 집성 방안에 따라 집성된 경우를 위한 압축 모델의 압축 에러 및 동일한 촉각 데이터가 3차원 집성 방안에 따라 집성된 경우를 위한 압축 모델의 압축 에러를 계산하고(1110), 두 계산된 압축 에러를 비교하며(1120), 비교(1120)의 결과(가령, 이들 압축 에러 중 어느 것이 더 작은지)에 기반하여 2차원 집성 방안 및 3차원 집성 방안 중 하나를 타겟 집성 방안으로서 판정하며(1130), 판정된 타겟 집성 방안에 따라 집성된, 다중 포인트 촉각 데이터의 여러 데이터 부분을 압축하여 압축된 데이터를 생성한다(1140). 압축된 데이터는 로봇 손(120)으로부터 햅틱 디바이스(110)로 송신된다(1150). 그러한 데이터 송신과 함께, 로봇 손(120)은 판정된 타겟 집성 방안을 햅틱 디바이스(110)에 시그널링할 수 있다. 그러면, 햅틱 디바이스(110)는 압축된 데이터를 적절히 압축해제하기 위해 타겟 집성 방안을 사용한다(1160).
- [0052] 이 예에서, 선택적으로, 압축 에러의 계산(1110)은 햅틱 디바이스(110)에 의해 개시될 수 있다(1105). 로봇 손(120)은 주기적으로 또는 소정의 이벤트의 발생 시에 햅틱 디바이스(110)로부터 발신된 개시 명령을 수신하는 것에 응답하여 두 압축 에러를 계산할 수 있다. 이는 데이터의 압축 및 전송에 과도한 딜레이가 발생하는 것을 방지할 수 있다.
- [0053] 도 12의 예에서, 로봇 손(120)은 다중 포인트 촉각 데이터가 2차원 집성 방안에 따라 집성된 경우의 압축 에러 및 동일한 촉각 데이터가 3차원 집성 방안에 따라 집성된 경우의 압축 에러를 계산한다(1210). 도 11에 관해서 진술된 바와 같이, 이 예에서, 선택적으로, 압축 에러의 계산(1210)은 햅틱 디바이스(110)에 의해 개시될 수 있다(1205).
- [0054] 이 예에서, 압축 에러가 계산된 후, 로봇 손(120)은 다음과 같이 간접적으로 타겟 집성 방안을 식별하는데, 이는 도 11의 예와 상이하다: 로봇 손(120)은 두 계산된 압축 에러를 햅틱 디바이스(110)에 보고하고(1225), 햅틱 디바이스(110)는 두 계산된 압축 에러를 사용함(가령, 이들을 제시하여 이들 간의 사용자 택일을 수신함)으로써 2차원 집성 방안 및 3차원 집성 방안 중 하나를 타겟 집성 방안으로서 판정하며(1230), 판정된 타겟 집성 방안은 햅틱 디바이스(110)로부터 로봇 손(120)으로 시그널링된다(1235). 이후에, 로봇 손(120)은 판정된 타겟 집성 방안에 따라 집성된, 다중 포인트 촉각 데이터의 여러 데이터 부분을 압축하여 압축된 데이터를 생성한다(1240). 압축된 데이터는 로봇 손(120)으로부터 햅틱 디바이스(110)로 송신된다(1250). 로봇 손(120)은, 도 11의 예와 달리, 타겟 집성 방안을 별도로 햅틱 디바이스(110)에 시그널링하지 않을 수 있다. 그러면, 햅틱 디바이스(110)는 압축된 데이터를 적절히 압축해제하기 위해 타겟 집성 방안을 사용한다(1260).
- [0055] 다음은 원격제어 시스템에서의 촉각 데이터의 전송에 관련된 다양한 예이다.
- [0056] 예 1에서, 원격제어 시스템(teleoperation system)에서의 촉각 데이터(tactile data)의 전송을 위한 장치는 다음을 포함한다(위 원격제어 시스템은 서로 통신하는 햅틱 디바이스(haptic device) 및 원격제어 로봇 손(teleoperating robot hand)을 포함함): 위 원격제어 로봇 손에 의해 감지된 객체(object)에 관한 다중 포인트(multi-point) 촉각 데이터의 주어진 양 및 위 다중 포인트 촉각 데이터를 위한 압축 모델의 주어진 압축 에러 중 적어도 하나를 판정하고, 위 주어진 양 및 위 주어진 압축 에러 중 위 판정된 적어도 하나를 사용함으로써 타겟 압축률(target compression ratio)을 식별하고, 위 식별된 타겟 압축률에 따라 위 다중 포인트 촉각 데이터를 압축하는 처리 유닛(processing unit); 및 위 압축된 다중 포인트 촉각 데이터를 햅틱 디바이스에 송신하는 통신 유닛(communications unit).
- [0057] 예 2는 예 1의 주제를 포함하는데, 위 원격제어 로봇 손은 위 다중 포인트 촉각 데이터의 손가락 데이터 부분을 제공하기 위해 손가락 촉각 센서의 어레이(array)가 장착된 다수의 손가락을 포함한다.
- [0058] 예 3은 예 2의 주제를 포함하는데, 위 원격제어 로봇 손은 위 다중 포인트 촉각 데이터의 손바닥 데이터 부분을 제공하기 위해 손바닥 촉각 센서의 어레이가 장착된 손바닥을 더 포함한다.
- [0059] 예 4는 예 1 내지 예 3 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 주어진 양은 위 원격제어 로봇 손의 몇 개의 손가락이 위 객체를 터치하는지에 기반하여 판정된다.
- [0060] 예 5는 예 1 내지 예 4 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 주어진 압축 에러는 위 주어진 압축 에러의 판정을 개시하라는 명령을 위 햅틱 디바이스로부터 수신하는 것에 응답하여 판정된다.

- [0061] 예 6은 예 1 내지 예 5 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 타겟 압축물을 식별하는 것은 위 주어진 양 및 위 주어진 압축 예러 중 위 판정된 적어도 하나에 기반하여 위 타겟 압축물을 판정하는 것을 포함한다.
- [0062] 예 7은 예 6의 주제를 포함하는데, 위 통신 유닛은 또한 위 판정된 타겟 압축물을 위 햅틱 디바이스에 시그널링한다.
- [0063] 예 8은 예 1 내지 예 5 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 처리 유닛은 또한 위 판정된 주어진 압축 예러를 위 햅틱 디바이스에 통지하여 위 햅틱 디바이스로부터 새로 판정된 압축물을 수신하고, 위 타겟 압축물은 위 수신된 새로 판정된 압축물이라고 식별된다.
- [0064] 예 9는 예 1 내지 예 8 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 다중 포인트 촉각 데이터는 각각 동일한 크기로 된 행렬로서 표현되는 복수의 데이터 부분의 2차원 또는 3차원 집성으로서 표현되되, 위 복수의 데이터 부분은 위 원격제어 로봇 손의 다수의 손가락 상에 장착된 손가락 촉각 센서의 어레이로부터 제공된 복수의 손가락 데이터 부분을 포함한다.
- [0065] 예 10은 예 9의 주제를 포함하는데, 위 복수의 데이터 부분은 위 원격제어 로봇 손의 손바닥 상에 장착된 손바닥 촉각 센서의 어레이로부터 제공된 손바닥 데이터 부분을 더 포함한다.
- [0066] 예 11은 예 1 내지 예 10 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 주어진 압축 예러는 다음에 의해 판정된다: 위 다중 포인트 촉각 데이터의 복수의 현재의 데이터 부분의 2차원 집성의 압축의 제1 예러를 계산하는 것(위 복수의 현재의 데이터 부분은 각자의 동일한 크기로 된 행렬로서 표현됨); 위 복수의 현재의 데이터 부분의 3차원 집성의 압축의 제2 예러를 계산하는 것; 및 위 제1 예러 및 위 제2 예러 중 하나를 위 주어진 압축 예러로서 식별하는 것.
- [0067] 예 12는 예 11의 주제를 포함하는데, 위 다중 포인트 촉각 데이터를 압축하는 것은 다음을 포함한다: 위 제1 예러가 위 주어진 예러로서 식별된 경우에 위 2차원 집성을 압축하는 것; 및 위 제2 예러가 위 주어진 예러로서 식별된 경우에 위 3차원 집성을 압축하는 것.
- [0068] 예 13에서, 원격제어 시스템에서의 촉각 데이터의 전송을 위한 장치는 다음을 포함한다(위 원격제어 시스템은 서로 통신하는 햅틱 디바이스 및 원격제어 로봇 손을 포함함): 위 원격제어 로봇 손에 의해 감지된 객체에 관한 다중 포인트 촉각 데이터의 복수의 현재의 데이터 부분의 2차원 집성의 압축의 제1 예러를 계산하고(위 복수의 현재의 데이터 부분은 각자의 동일한 크기의 행렬로서 표현됨), 위 복수의 현재의 데이터 부분의 3차원 집성의 압축의 제2 예러를 계산하고, 위 제1 예러 및 위 제2 예러를 사용하여 위 2차원 집성 및 위 3차원 집성 중 어느 것을 위 다중 포인트 촉각 데이터의 압축된 버전(compressed version)으로 압축할 것인지를 식별하는 처리 유닛; 및 위 압축된 버전을 위 햅틱 디바이스에 송신하는 통신 유닛.
- [0069] 예 14는 예 13의 주제를 포함하는데, 위 제1 예러 및 위 제2 예러는 위 제1 예러 및 위 제2 예러의 계산을 개시하라는 명령을 위 햅틱 디바이스로부터 수신하는 것에 응답하여 계산된다.
- [0070] 예 15는 예 13 또는 예 14의 주제를 포함하는데, 위 제1 예러 및 위 제2 예러를 사용하는 것은 위 제1 예러 및 위 제2 예러를 비교하여 위 압축을 위해 위 2차원 집성 및 위 3차원 집성 중에서 택일하는 것을 포함한다.
- [0071] 예 16은 예 15의 주제를 포함하는데, 위 통신 유닛은 또한 위 2차원 집성 및 위 3차원 집성 중의 위 택일된 것을 위 햅틱 디바이스에 시그널링한다.
- [0072] 예 17은 예 13 또는 예 14의 주제를 포함하는데, 위 제1 예러 및 위 제2 예러를 사용하는 것은 위 제1 예러 및 위 제2 예러를 위 햅틱 디바이스에 통지하여 위 햅틱 디바이스로부터 위 압축을 위한 위 2차원 집성 및 위 3차원 집성 중의 택일을 수신하는 것을 포함한다.
- [0073] 예 18은 예 13 내지 예 17 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 처리 유닛은 또한 위 복수의 현재의 데이터 부분의 주어진 양을 판정하고 위 주어진 양을 사용함으로써 타겟 압축물을 식별하고, 위 압축은 위 식별된 타겟 압축물에 따라 수행된다.
- [0074] 예 19는 예 13 내지 예 18 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 처리 유닛은 또한 위 2차원 집성이 위 압축된 버전으로 압축될 것이라고 식별된 경우에 위 제1 예러를 사용하고 위 3차원 집성이 위 압축된 버전으로 압축될 것이라고 식별된 경우에 위 제2 예러를 사용함으로써 타겟 압축물을 식별하고, 위 압축은 위 식별된 타겟 압축물에 따라 수행된다.
- [0075] 예 20은 예 13 내지 예 19 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 복수의 현재의 데이터 부분은 위 원격제어 로

봇 손의 다수의 손가락 상에 장착된 손가락 촉각 센서의 어레이로부터 제공된 복수의 손가락 데이터 부분을 포함한다.

- [0076] 예 21은 예 20의 주제를 포함하는데, 위 복수의 현재의 데이터 부분은 위 원격제어 로봇 손의 손바닥 상에 장착된 손바닥 촉각 센서의 어레이로부터 제공된 손바닥 데이터 부분을 더 포함한다.
- [0077] 예 22에서, 원격제어 시스템에서의 촉각 데이터의 전송을 위한 방법은 다음을 포함한다(위 원격제어 시스템은 서로 통신하는 햅틱 디바이스 및 원격제어 로봇 손을 포함함): 위 원격제어 로봇 손에 의해 감지된 객체에 관한 다중 포인트 촉각 데이터의 주어진 양 및 위 다중 포인트 촉각 데이터를 위한 압축 모델의 주어진 압축 에러 중 적어도 하나를 판정하는 것; 위 주어진 양 및 위 주어진 압축 에러 중 위 판정된 적어도 하나를 사용함으로써 타겟 압축물을 식별하는 것; 위 식별된 타겟 압축물에 따라 위 다중 포인트 촉각 데이터를 압축하는 것; 및 위 압축된 다중 포인트 촉각 데이터를 햅틱 디바이스에 송신하는 것.
- [0078] 예 23은 예 22의 주제를 포함하는데, 위 원격제어 로봇 손은 위 다중 포인트 촉각 데이터의 손가락 데이터 부분을 제공하기 위해 손가락 촉각 센서의 어레이가 장착된 다수의 손가락을 포함한다.
- [0079] 예 24는 예 23의 주제를 포함하는데, 위 원격제어 로봇 손은 위 다중 포인트 촉각 데이터의 손바닥 데이터 부분을 제공하기 위해 손바닥 촉각 센서의 어레이가 장착된 손바닥을 더 포함한다.
- [0080] 예 25는 예 22 내지 예 24 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 주어진 양은 위 원격제어 로봇 손의 몇 개의 손가락이 위 객체를 터치하는지에 기반하여 판정된다.
- [0081] 예 26은 예 22 내지 예 25 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 주어진 압축 에러는 위 주어진 압축 에러의 판정을 개시하라는 명령을 위 햅틱 디바이스로부터 수신하는 것에 응답하여 판정된다.
- [0082] 예 27은 예 22 내지 예 26 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 타겟 압축물을 식별하는 것은 위 주어진 양 및 위 주어진 압축 에러 중 위 판정된 적어도 하나에 기반하여 위 타겟 압축물을 판정하는 것을 포함한다.
- [0083] 예 28은 예 27의 주제를 포함하는데, 위 방법은 위 판정된 타겟 압축물을 위 햅틱 디바이스에 시그널링하는 것을 더 포함한다.
- [0084] 예 29는 예 22 내지 예 28 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 방법은 위 판정된 주어진 압축 에러를 위 햅틱 디바이스에 통지하여 위 햅틱 디바이스로부터 새로 판정된 압축물을 수신하는 단계를 더 포함하고, 위 타겟 압축물은 위 수신된 새로 판정된 압축물이라고 식별된다.
- [0085] 예 30은 예 22 내지 예 29 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 다중 포인트 촉각 데이터는 각각 동일한 크기로 된 행렬로서 표현되는 복수의 데이터 부분의 2차원 또는 3차원 집성으로서 표현되며, 위 복수의 데이터 부분은 위 원격제어 로봇 손의 다수의 손가락 상에 장착된 손가락 촉각 센서의 어레이로부터 제공된 복수의 손가락 데이터 부분을 포함한다.
- [0086] 예 31은 예 30의 주제를 포함하는데, 위 복수의 데이터 부분은 위 원격제어 로봇 손의 손바닥 상에 장착된 손바닥 촉각 센서의 어레이로부터 제공된 손바닥 데이터 부분을 더 포함한다.
- [0087] 예 32는 예 22 내지 예 31 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 방법은 위 다중 포인트 촉각 데이터의 복수의 현재의 데이터 부분의 2차원 집성의 압축의 제1 에러를 계산하는 것(위 복수의 현재의 데이터 부분은 각자의 동일한 크기로 된 행렬로서 표현됨)과, 위 복수의 현재의 데이터 부분의 3차원 집성의 압축의 제2 에러를 계산하는 것을 더 포함하고, 위 제1 에러 및 위 제2 에러 중 하나가 위 주어진 압축 에러로서 판정된다.
- [0088] 예 33은 예 32의 주제를 포함하는데, 위 다중 포인트 촉각 데이터를 압축하는 것은 다음을 포함한다: 위 제1 에러가 위 주어진 에러로서 식별된 경우에 위 2차원 집성을 압축하는 것; 및 위 제2 에러가 위 주어진 에러로서 식별된 경우에 위 3차원 집성을 압축하는 것.
- [0089] 예 34에서, 원격제어 시스템에서의 촉각 데이터의 전송을 위한 방법은 다음을 포함한다(위 원격제어 시스템은 서로 통신하는 햅틱 디바이스 및 원격제어 로봇 손을 포함함): 위 원격제어 로봇 손에 의해 감지된 객체에 관한 다중 포인트 촉각 데이터의 복수의 현재의 데이터 부분의 2차원 집성의 압축의 제1 에러를 계산하는 것(위 복수의 현재의 데이터 부분은 각자의 동일한 크기의 행렬로서 표현됨); 위 복수의 현재의 데이터 부분의 3차원 집성의 압축의 제2 에러를 계산하는 것; 위 제1 에러 및 위 제2 에러를 사용하여 위 2차원 집성 및 위 3차원 집성 중 어느 것을 위 다중 포인트 촉각 데이터의 압축된 버전으로 압축할 것인지를 식별하는 것; 및 위 압축된 버전을 위 햅틱 디바이스에 송신하는 것.

- [0090] 예 35는 예 34의 주제를 포함하는데, 위 제1 에러 및 위 제2 에러는 위 제1 에러 및 위 제2 에러의 계산을 개시 하라는 명령을 위 햅틱 디바이스로부터 수신하는 것에 응답하여 계산된다.
- [0091] 예 36은 예 34 또는 예 35의 주제를 포함하는데, 위 제1 에러 및 위 제2 에러를 사용하는 것은 위 제1 에러 및 위 제2 에러를 비교하여 위 압축을 위해 위 2차원 집성 및 위 3차원 집성 중에서 택일하는 것을 포함한다.
- [0092] 예 37는 예 36의 주제를 포함하는데, 위 방법은 위 2차원 집성 및 위 3차원 집성 중의 위 택일된 것을 위 햅틱 디바이스에 시그널링하는 것을 더 포함한다.
- [0093] 예 38은 예 34 또는 예 35의 주제를 포함하는데, 위 제1 에러 및 위 제2 에러를 사용하는 것은 위 제1 에러 및 위 제2 에러를 위 햅틱 디바이스에 통지하여 위 햅틱 디바이스로부터 위 압축을 위한 위 2차원 집성 및 위 3차원 집성 중의 택일을 수신하는 것을 포함한다.
- [0094] 예 39는 예 34 내지 예 38 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 방법은 위 복수의 현재의 데이터 부분의 주어진 양을 판정하고 위 주어진 양을 사용함으로써 타겟 압축률을 식별하는 것을 더 포함하고, 위 압축은 위 식별된 타겟 압축률에 따라 수행된다.
- [0095] 예 40은 예 34 내지 예 39 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 방법은 위 2차원 집성이 위 압축된 버전으로 압축될 것이라고 식별된 경우에 위 제1 에러를 사용하고 위 3차원 집성이 위 압축된 버전으로 압축될 것이라고 식별된 경우에 위 제2 에러를 사용함으로써 타겟 압축률을 식별하는 것을 더 포함하고, 위 압축은 위 식별된 타겟 압축률에 따라 수행된다.
- [0096] 예 41은 예 34 내지 예 40 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 복수의 현재의 데이터 부분은 위 원격제어 로봇 손의 다수의 손가락 상에 장착된 손가락 촉각 센서의 어레이로부터 제공된 복수의 손가락 데이터 부분을 포함한다.
- [0097] 예 42는 예 41의 주제를 포함하는데, 위 복수의 현재의 데이터 부분은 위 원격제어 로봇 손의 손바닥 상에 장착된 손바닥 촉각 센서의 어레이로부터 제공된 손바닥 데이터 부분을 더 포함한다.
- [0098] 예 43에서, 컴퓨터 프로세서에 의해 실행되는 경우 위 컴퓨터 프로세서로 하여금 예 22 내지 예 42 중 어느 한 항에 기재된 방법을 수행하게 하는 컴퓨터 실행가능 명령어가 저장된 컴퓨터 판독가능 저장 매체가 제공된다.
- [0099] 예 44는 예 1 내지 예 43 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 햅틱 디바이스는 손 착용가능 햅틱 디바이스이다.
- [0100] 예 45는 예 1 내지 예 44 중 임의의 것의 주제를 포함하는데, 위 원격제어 로봇 손은 기계적 손 구조체를 포함하는 물리적 로봇 손이다.
- [0101] 특정한 예에서, 본 문서에서 언급된 장치, 디바이스, 시스템, 머신 등은 임의의 적합한 유형은 컴퓨팅 장치이거나, 이를 포함하거나, 이에 구현될 수 있다. 컴퓨팅 장치는 프로세서 및 프로세서에 의해 판독가능한 컴퓨터 판독가능 저장 매체를 포함할 수 있다. 프로세서는 컴퓨터 판독가능 저장 매체 내에 저장된 하나 이상의 명령어를 실행할 수 있다. 프로세서는 또한 컴퓨터 판독가능 저장 매체 내에 저장된 다른 정보를 판독할 수 있다. 추가로, 프로세서는 컴퓨터 판독가능 저장 매체 내에 새로운 정보를 저장할 수 있고 컴퓨터 판독가능 저장 매체 내에 저장된 어떤 정보를 갱신할 수 있다. 프로세서는, 예컨대, 중앙 처리 유닛(Central Processing Unit: CPU), 디지털 신호 프로세서(Digital Signal Processor: DSP), 그래픽 처리 유닛(Graphics Processing Unit: GPU), 프로세서 코어(processor core), 마이크로프로세서(microprocessor), 마이크로제어기(microcontroller), 필드 프로그램가능 게이트 어레이(Field-Programmable Gate Array: FPGA), 애플리케이션 특정 집적 회로(Application Specific Integrated Circuit: ASIC), 다른 하드웨어 및 로직 회로, 또는 이의 임의의 적합한 조합을 포함할 수 있다. 컴퓨터 판독가능 저장 매체는 다양한 정보, 예컨대, 프로세서에 의해 수행될 수 있는 프로세서 실행가능(processor executable) 명령어의 세트 및/또는 다른 정보로써 인코딩된다. 예를 들어, 컴퓨터 판독가능 저장 매체는 프로세서에 의해 실행되는 경우 컴퓨팅 장치(가령, 프로세서)로 하여금 본 문서에 개시된 몇몇 동작을 수행하게 하는 컴퓨터 프로그램 명령어 및/또는 그러한 동작에서 사용되는 정보, 데이터, 변수, 상수, 데이터 구조, 기타 등등이 내부에 저장될 수 있다. 컴퓨터 판독가능 저장 매체는, 예컨대, 판독 전용 메모리(Read-Only Memory: ROM), 랜덤 액세스 메모리(Random-Access Memory: RAM), 휘발성(volatile) 메모리, 비휘발성(non-volatile) 메모리, 착탈가능(removable) 메모리, 비착탈가능(non-removable) 메모리, 플래시(flash) 메모리, 솔리드 스테이트(solid-state) 메모리, 다른 타입의 메모리 디바이스, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM, DVD와 같은 광 기록 매체, 플롭티컬 디스크와 같은 자기-광 매체, 다른

타입의 저장 디바이스 및 저장 매체, 또는 이의 임의의 적합한 조합을 포함할 수 있다.

[0102] 특정한 예에서, 본 문서에 기술된 동작, 기법, 프로세스, 또는 이의 어떤 양상이나 부분은 컴퓨터 프로그램 제품 내에 구체화될 수 있다. 그러한 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터에 의해 실행될 수 있는 어떤 유형의 (가령, 컴파일형(compiled) 또는 해석형(interpreted)) 프로그래밍 언어, 예컨대, 어셈블리(assembly), 기계어(machine language), 프로시저형(procedural) 언어, 객체지향(object-oriented) 언어 등등으로 구현될 수 있고, 하드웨어 구현과 조합될 수 있다. 컴퓨터 프로그램 제품은 컴퓨터 판독가능 저장 매체의 형태로 배포될 수 있거나 온라인으로 배포될 수 있다. 온라인 배포를 위해, 컴퓨터 프로그램 제품의 일부 또는 전부가 서버(가령, 서버의 컴퓨터 판독가능 저장 매체) 내에 일시적으로 저장되거나 일시적으로 생성될 수 있다.

[0103] 이상의 설명은 상세하게 몇몇 예를 예시하고 기술하기 위해 제시되었다. 본 개시의 범주에서 벗어나지 않고서 위의 교시에 비추어 많은 수정 및 변형이 가능함을 당업자는 응당 이해할 것이다. 다양한 예에서, 전술된 기법이 상이한 순서로 수행되고/거나, 전술된 시스템, 아키텍처, 디바이스, 회로 및 유사한 것의 컴포넌트 중 일부가 상이한 방식으로 결합 또는 조합되거나, 다른 컴포넌트 또는 이의 균등물에 의해 대체 또는 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

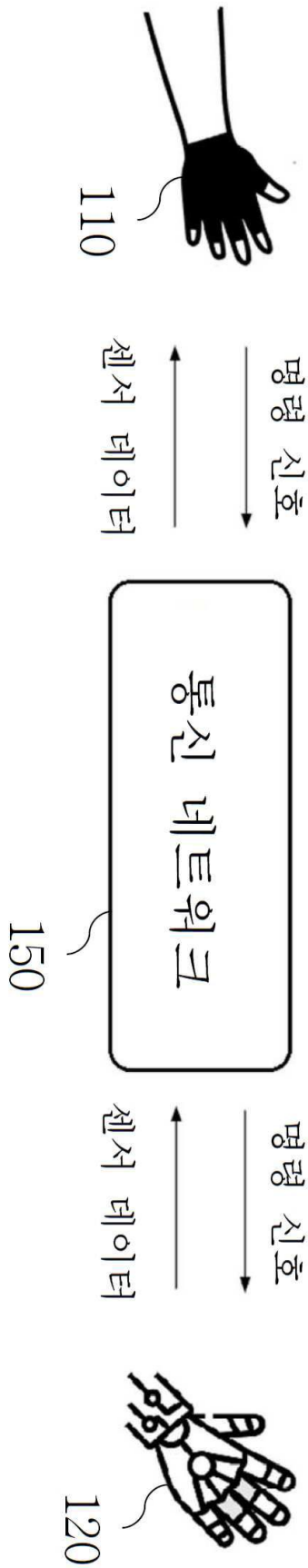
[0104] 그러므로, 본 개시의 범주는 개시된 그 형태에 한정되어서는 안 되며, 후술하는 청구항 및 이의 균등물에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

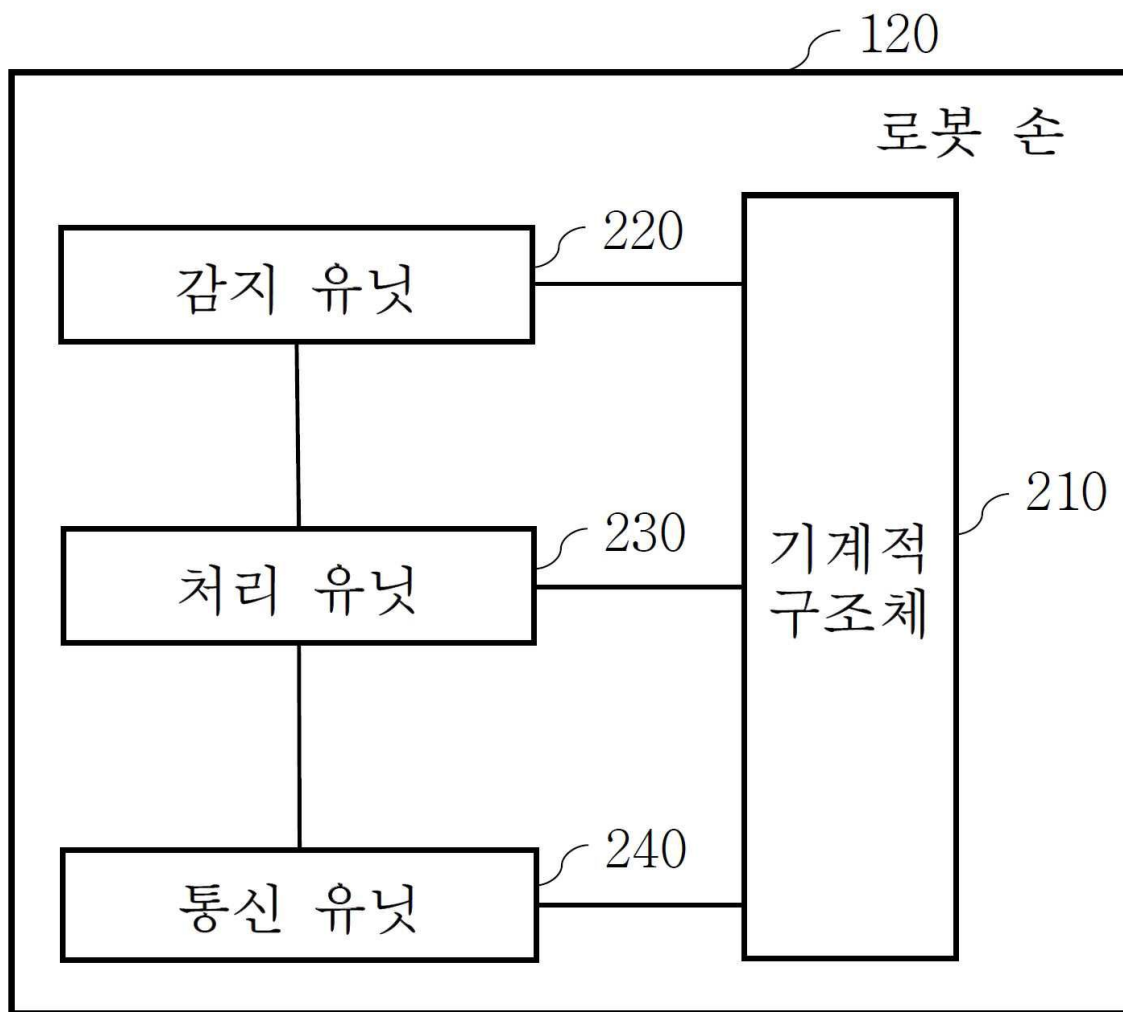
[0105] 100: 원격제어 시스템
110: 햅틱 디바이스
120: 로봇 손
150: 통신 네트워크

도면

도면1

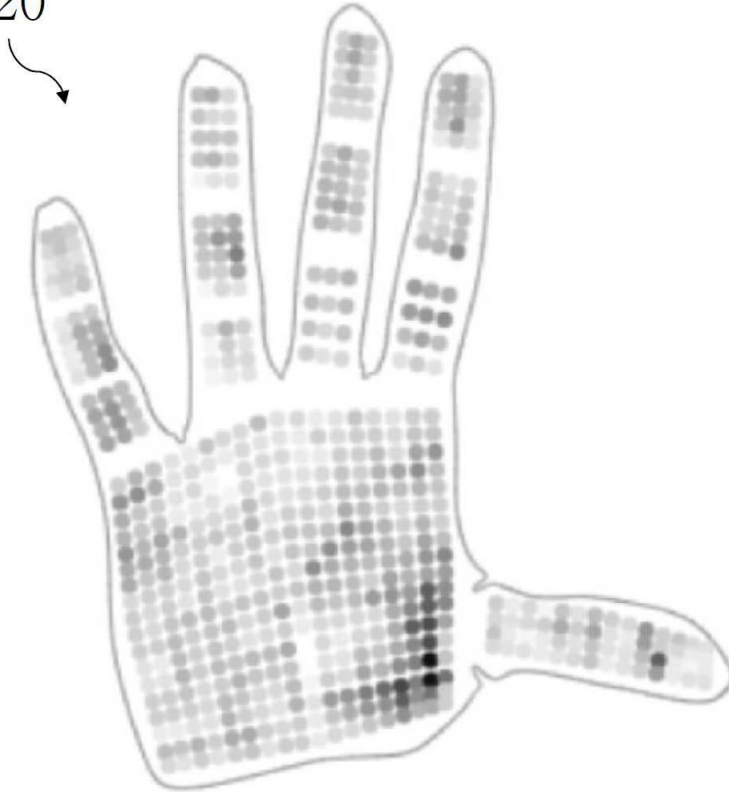


도면2



도면3

120

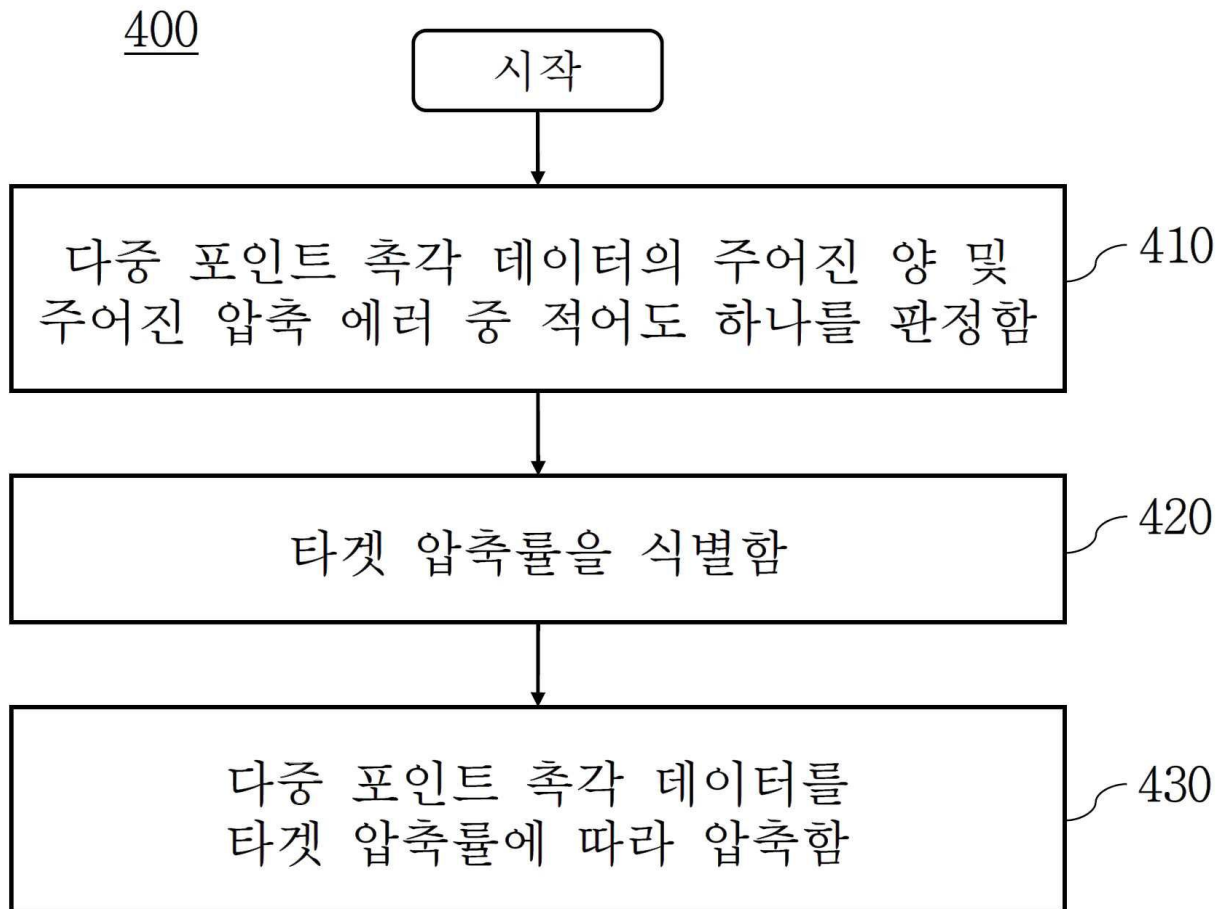


1

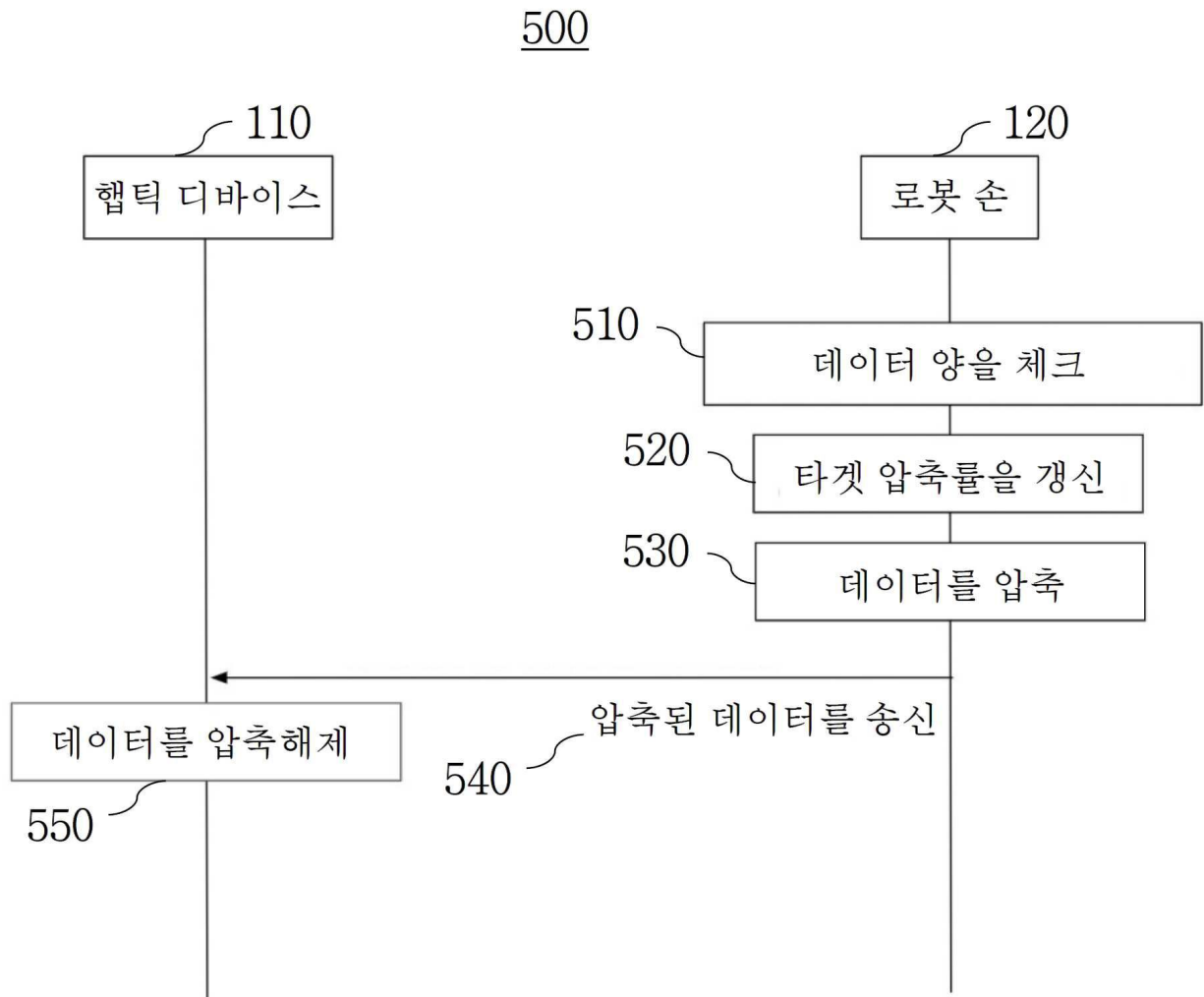
상대적 압력

0

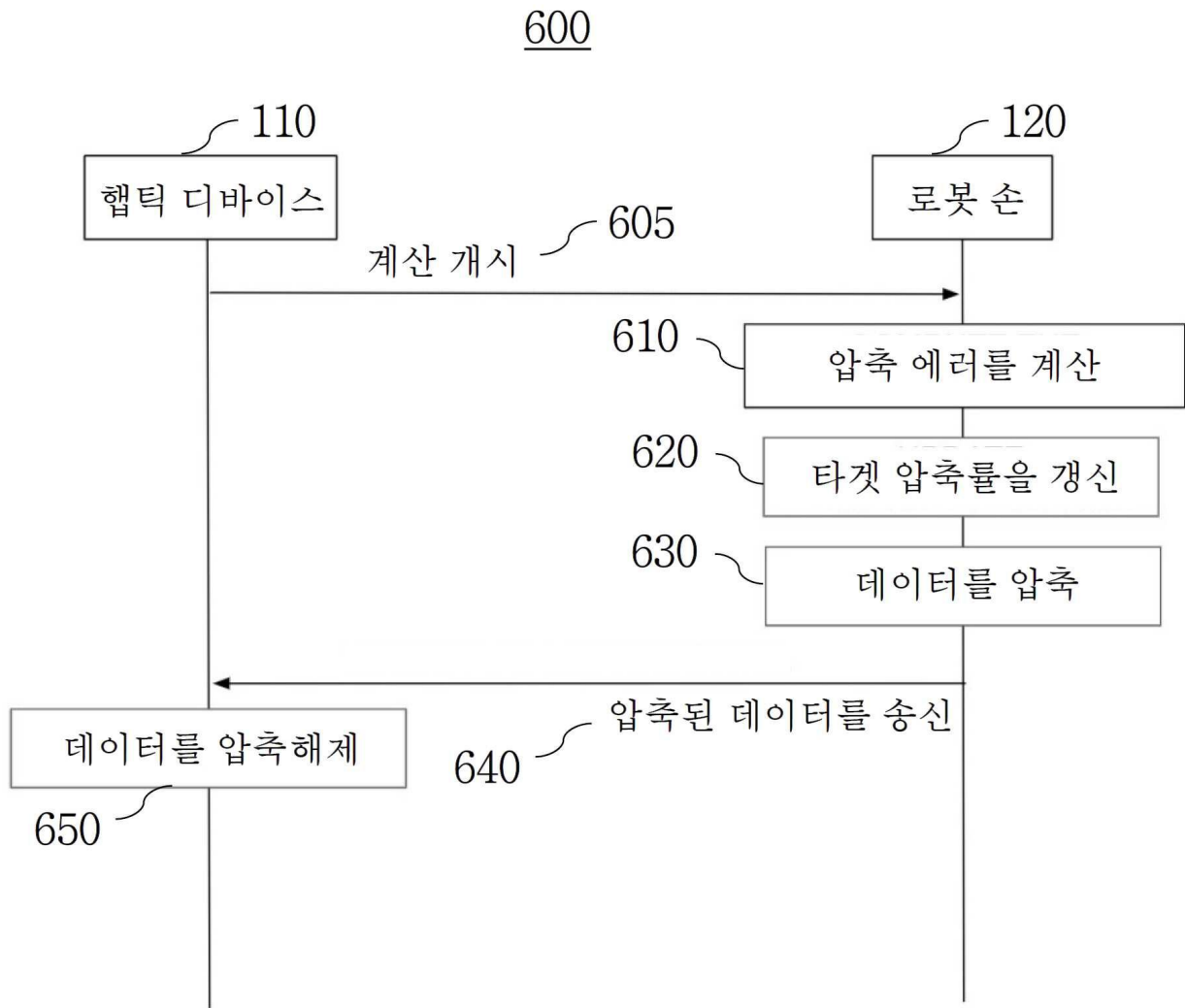
도면4



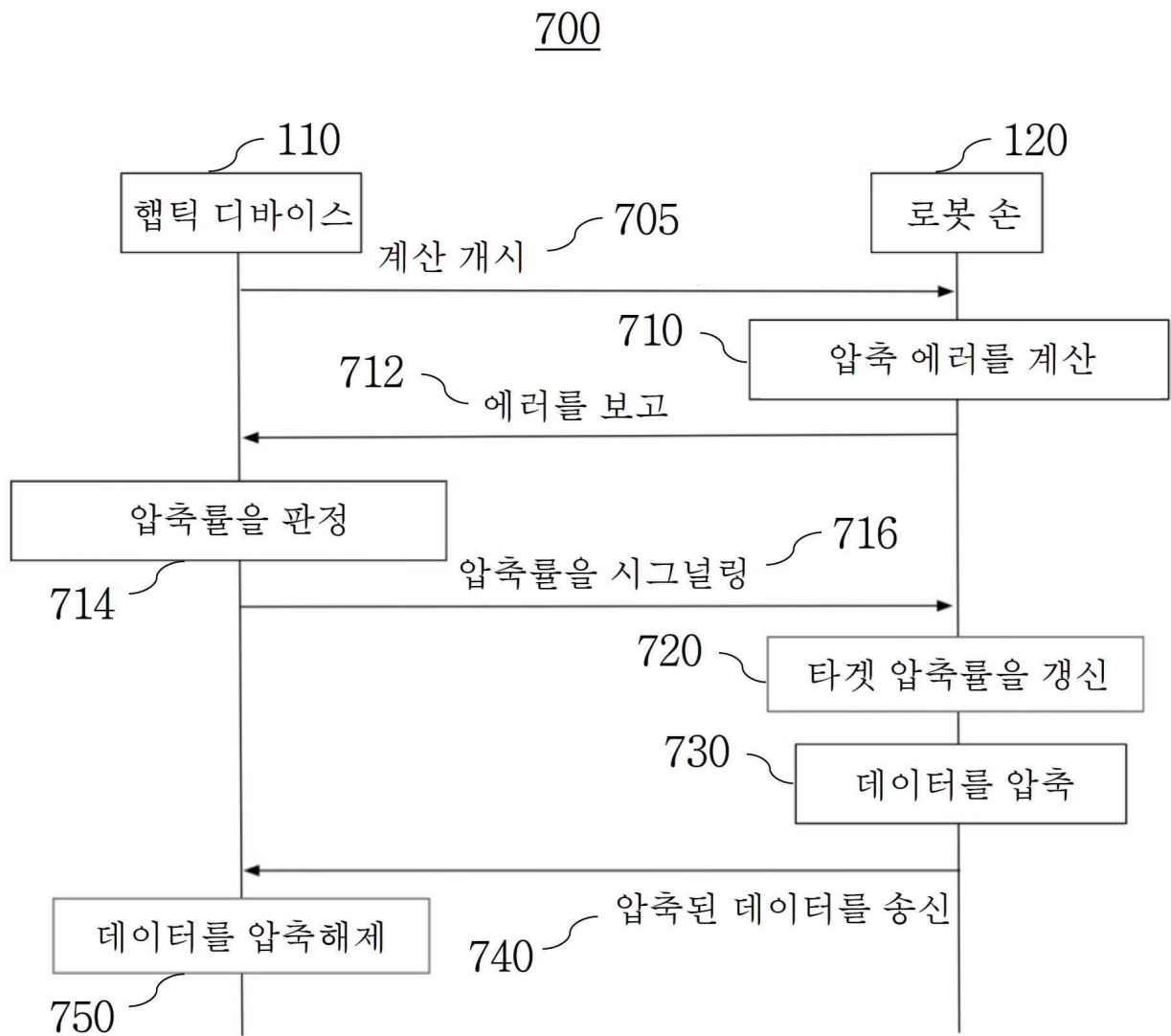
도면5



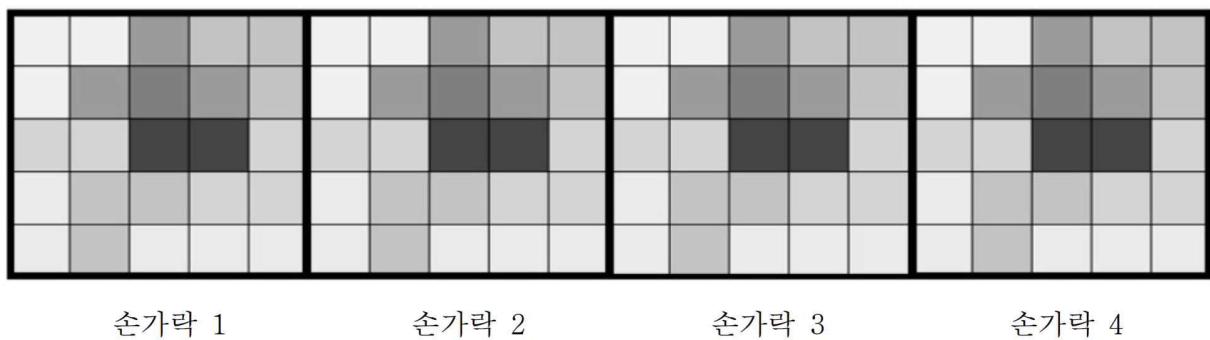
도면6



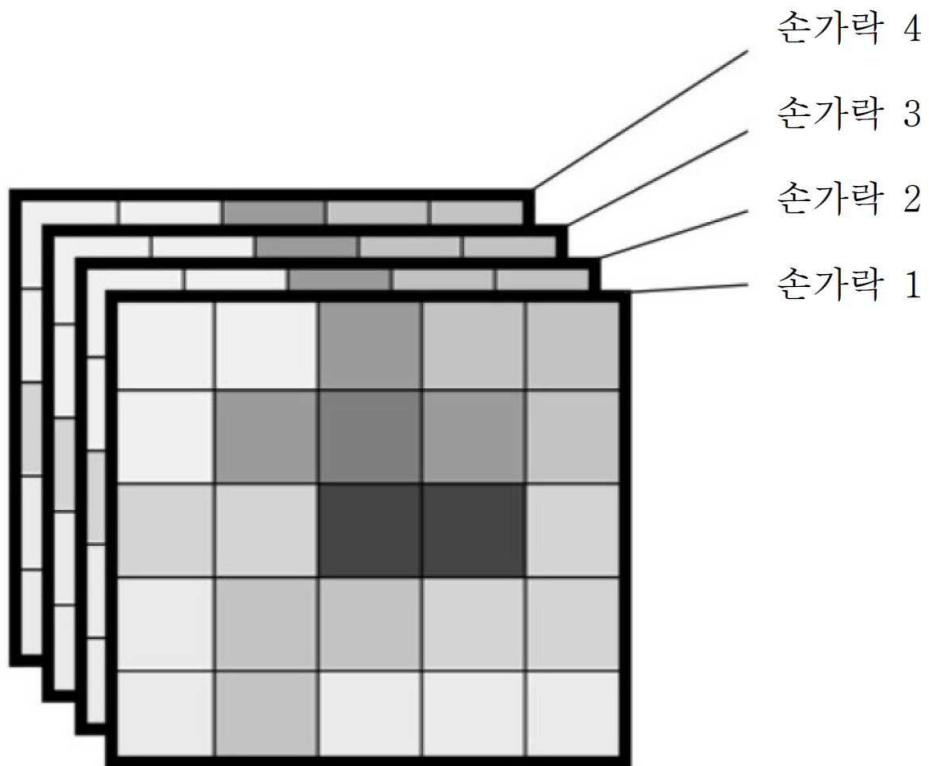
도면7



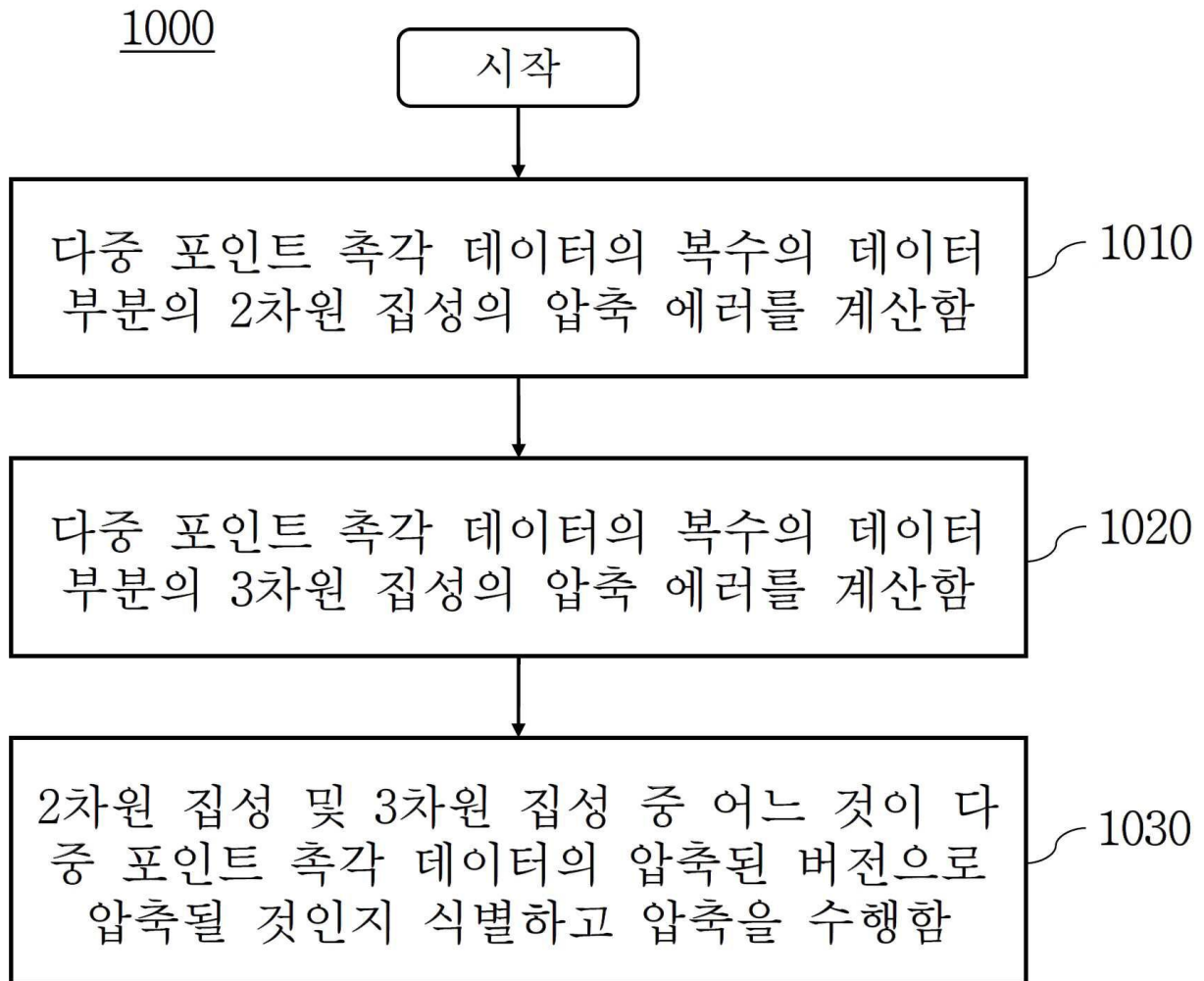
도면8



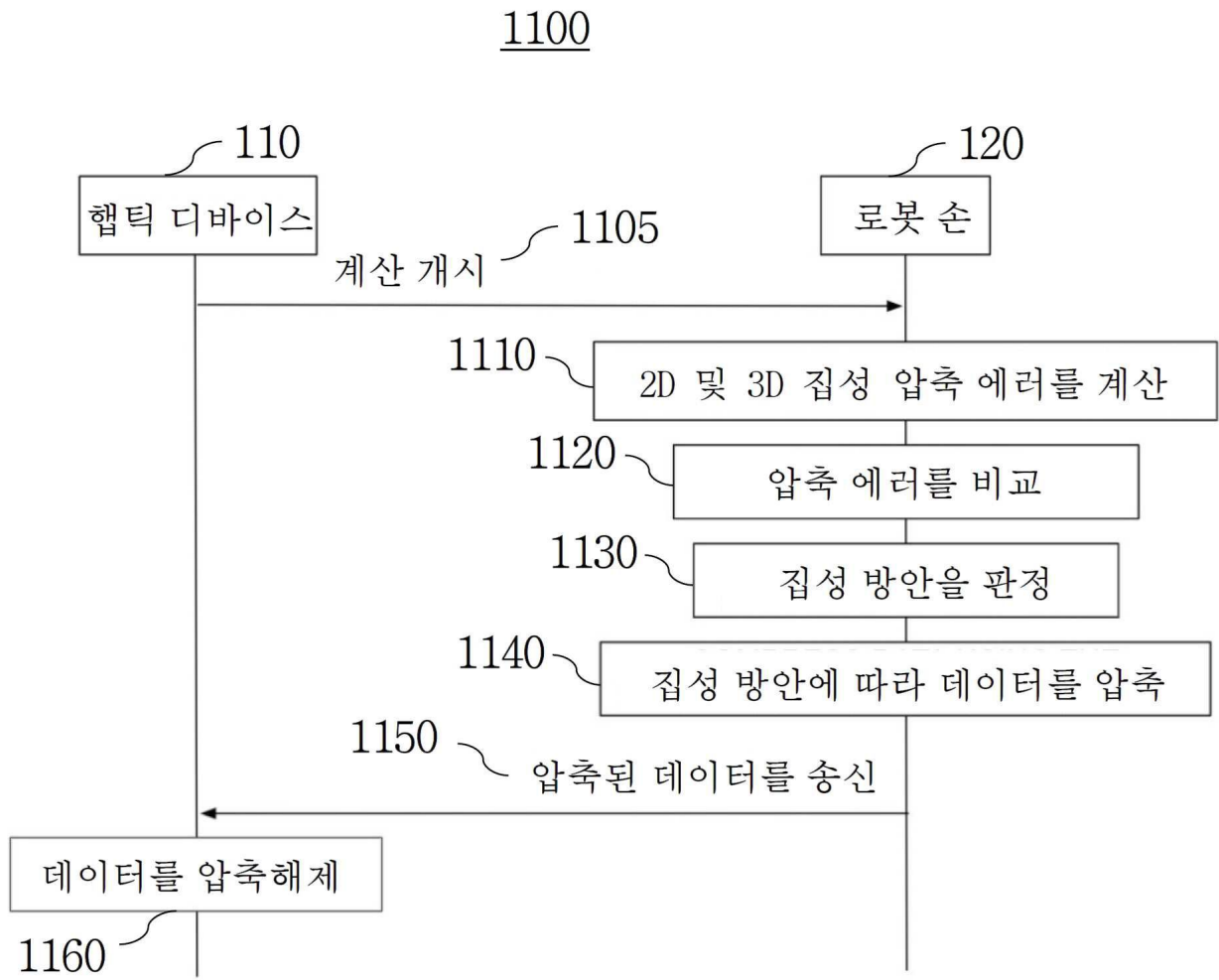
도면9



도면10



도면11



도면12

